

**KARAKTERISASI *THERMAL PRECIPITATOR*  
SEBAGAI *SMOKE COLLECTOR* BERBASIS  
*THERMOPHORETIC FORCE***

**TUGAS AKHIR**

Oleh :

ZIZ RACHMAT DESTIYANTO

04 05 22 056 Y



**TUGAS AKHIR INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI  
SEBAGIAN PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
GASAL 2007/2008**

## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Kami menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul :

**KARAKTERISASI *THERMAL PRECIPITATOR* SEBAGAI  
*SMOKE COLLECTOR* BERBASIS *THERMOPHORETIC FORCE***

Yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan untuk menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang kami ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 4 Januari 2008

Ziz Rachmat Destiyanto

NPM 04 05 220 56 Y

## PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul :

**KARAKTERISASI *THERMAL PRECIPITATOR* SEBAGAI  
*SMOKE COLLECTOR* BERBASIS *THERMOPHORETIC FORCE***

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Tugas Akhir ini telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 4 Januari 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai tugas akhir pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 4 Januari 2008

Dosen Pembimbing

Ir. Imansyah Ibnu Hakim, M.Eng.

NIP 132 127 787

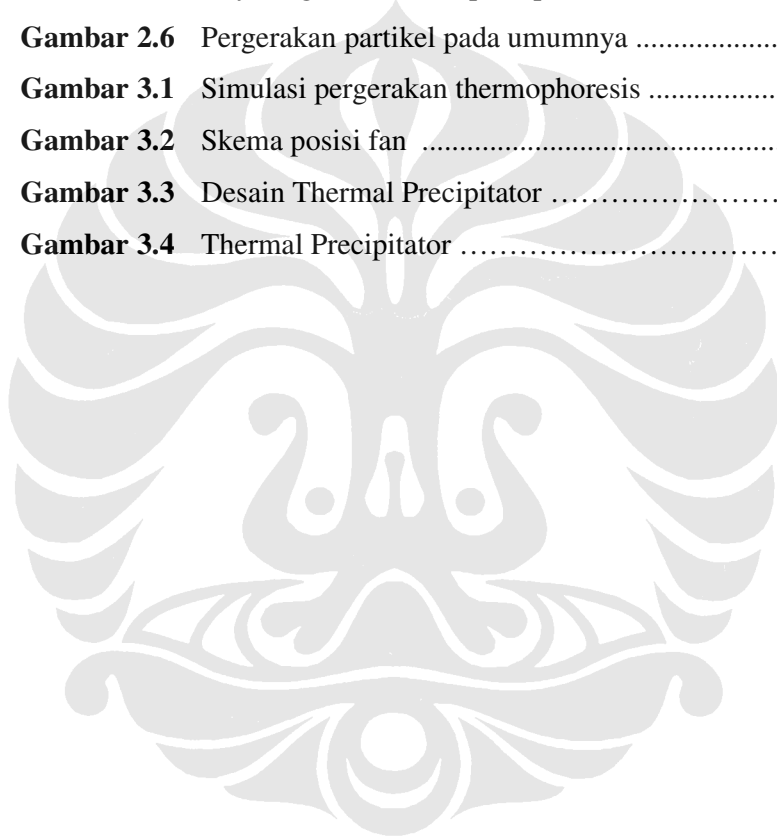
# DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	ii
PENGESAHAN .....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
DAFTAR SIMBOL .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 LATAR BELAKANG MASALAH .....	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN .....	2
1.3 BATASAN MASALAH .....	2
1.4 METODE PENELITIAN .....	2
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN .....	3
BAB II DASAR TEORI .....	4
2.1 DEFINISI PENCEMARAN UDARA .....	4
2.2 ZAT-ZAT PENCEMAR UDARA .....	4
2.2.1 Emisi Karbon Monoksida (CO) .....	4
2.2.2 Nitrogen Oksida (NO <sub>x</sub> ) .....	5
2.2.3 SO <sub>x</sub> (Sulfur Oxide : SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> ) .....	5
2.2.4 Emisi HydroCarbon (HC) .....	6
2.2.5 <i>Partikulat Matter (PM)</i> .....	6
2.3 EFEK NEGATIF PENCEMARAN UDARA .....	7
2.4 AEROSOL .....	8
2.5 AEROSOL FORCE .....	13
2.6 GAYA YANG BEKERJA PADA PARTIKEL .....	14
2.6.1 Gaya Thermophoresis (Thermophoretic Force) .....	14
2.6.2 Gaya gravitasi .....	17
2.6.3 Gaya Elektrophoresis .....	17

2.6.4	Gaya Apung ( <i>Bouyancy Force</i> ) .....	18
2.6.5	Gaya angkat Saffman ( <i>Saffman Lift Force</i> ) .....	19
2.6.6	Gerak <i>Brown</i> .....	20
BAB III SISTEM PENGUJIAN .....		22
3.1	KONDISI BATAS ( <i>BOUNDARY CONDITION</i> ).....	22
3.1.1	Partikel Smoke .....	23
3.1.2	<i>Volume Smoke</i> .....	23
3.1.3	Kecepatan ( <i>Velocity</i> ) .....	24
3.2	KONDISI SEBELUM PENGUJIAN .....	28
3.2.1	<i>Flow smoke partikel</i> .....	28
3.2.2	<i>Volume Smoke</i> .....	29
3.2.3	Temperatur .....	29
3.3	SETTING ALAT THERMAL PRECIPITATOR .....	30
3.3.1	Pemasangan ( <i>assembly unit</i> ) .....	30
3.3.2	Pemasangan perlengkapan .....	30
3.4	TEKNIK PENGUJIAN .....	32
BAB IV ANALISA HASIL PENGUJIAN .....		35
4.1	DATA YANG DIPEROLEH .....	35
4.2	ANALISA DATA .....	36
BAB V KESIMPULAN .....		41
5.1	KESIMPULAN .....	41
5.2	SARAN .....	41
DAFTAR PUSTAKA .....		42
LAMPIRAN .....		43

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Diagram Particle size ranges and definitions for aerosol .....	11
<b>Gambar 2.2</b>	Diagram Particle Size and Cleaning Type .....	12
<b>Gambar 2.3</b>	Gaya Thermophoresis yang melewati pelat horisontal .....	15
<b>Gambar 2.2</b>	Gaya Thermophoresis yang melewati pelat vertikal .....	15
<b>Gambar 2.5</b>	Gaya angkat Saffman pada partikel .....	20
<b>Gambar 2.6</b>	Pergerakan partikel pada umumnya .....	21
<b>Gambar 3.1</b>	Simulasi pergerakan thermophoresis .....	22
<b>Gambar 3.2</b>	Skema posisi fan .....	26
<b>Gambar 3.3</b>	Desain Thermal Precipitator .....	30
<b>Gambar 3.4</b>	Thermal Precipitator .....	31



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Pengaruh Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) .....	7
<b>Tabel 2.2</b>	Sumber dan Standar Kesehatan Emisi Gas Buang .....	8
<b>Tabel 2.3</b>	Spesifikasi Smoke .....	9
<b>Tabel 3.1</b>	Sifat fisik udara untuk simulasi .....	23
<b>Tabel 3.2</b>	Tabel variasi <i>entrance length</i> .....	26
<b>Tabel 3.3</b>	Tabel Pengukuran Kecepatan Udara .....	27
<b>Tabel 3.4</b>	Tabel Kecepatan yang digunakan .....	27
<b>Tabel 3.5</b>	Format pengambilan data untuk heater di bawah .....	33
<b>Tabel 3.6</b>	Format pengambilan data untuk heater di atas .....	34
<b>Tabel 4.1</b>	Data percobaan pada heater di atas dengan $\Delta T$ 10 .....	35
<b>Tabel 4.2</b>	Data percobaan pada heater di atas dengan $\Delta T$ 20 .....	35
<b>Tabel 4.3</b>	Data percobaan pada heater di bawah dengan $\Delta T$ 10 .....	35
<b>Tabel 4.4</b>	Data percobaan pada heater di bawah dengan $\Delta T$ 20 .....	36

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b>	Characteristics Particulate Matter .....	44
<b>Lampiran 2</b>	Tobacco Chemistry .....	45
<b>Lampiran 3</b>	Pengambilan data posisi heater di bawah pada $\Delta T$ 10 .....	46
<b>Lampiran 4</b>	Pengambilan data posisi heater di bawah pada $\Delta T$ 20 .....	47
<b>Lampiran 5</b>	Pengambilan data posisi heater di atas pada $\Delta T$ 10 .....	48
<b>Lampiran 6</b>	Pengambilan data posisi heater di atas pada $\Delta T$ 10 .....	49
<b>Lampiran 7</b>	Hasil foto data posisi heater di bawah .....	50
<b>Lampiran 8</b>	Hasil foto data posisi heater di atas .....	51





## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Dimensi
$g$	Percepatan gravitasi	$m^2/s$
$\rho_a$	Air density	$g/cm^3$
$\rho_p$	Particle density	$g/cm^3$
$T$	temperatur	$^{\circ}C$
$\Delta T$	Perubahan Temperatur	$^{\circ}C$
$A$	Luas area	$cm^2$
$L$	Panjang	$cm$
$L'$	Entrance length	$cm$
$t$	Waktu	$s$
$\pi$	Konstanta Phi	
$Kn$	Knudsen Number	
$\lambda$	jarak tempuh partikel	$cm$
$K$	konduktivitas thermal fluida	$W/m^{\circ}C$
$K_p$	konduktivitas thermal partikel	$W/m^{\circ}C$
$\mu$	viskositas fluida	
$r_d$	jari-jari partikel	$cm$
$m_d$	massa partikel	$g$
$\rho_d$	massa jenis partikel	$g/cm^3$
$Gr$	nilai Grashoff	
$Re$	Reynold number	